

# NOTAT

## Sigevannovervåkning fra PFAS-cellen på Stormoen Deponi –

### Statusrapport oktober 2020

Oppdragsgiver	Perpetuum Circuli AS, John Barlindhaug
Prosjekt ID	Stormoen PFAS-overvåkning_SE19-52
Kontaktinfo	Sea Eco AS, Anne Wenke, anne@sea-eco.no
Dato	22.09.2020
Notat-ID	SE20-N-52_01

#### SAMMENDRAG

Stormoen deponi har en egen spesialdesignet deponicelle for PFAS-holdig jord og avfall (PFAS-celle i trinn 3 på celle 2; heretter *PFAS-celle*). Sigevannet fra denne cellen behandles separat før det slippes ut til det generelle sigevannet i luftebassenget.

Perpetuum har krav fra fylkesmannen å rapportere jevnlig oppfylling av PFAS-masser og overvåkning av utslipp fra PFAS-cellen innen 1. oktober hvert år. Denne statusrapporten inneholder sigevannsresultater t.o.m. august 2020.

Analyseresultater viser at fra desember 2019 økte PFAS-konsentrasjonen ut fra deponicellen, noe som antyder metning av drenslaget i deponicellen. Renseeffekten av renseanlegget ligger på 95% og PFAS-konsentrasjoner etter rensing er generelt lave.

Det ble gjort endringer i oppsett av renseanlegget [REDACTED] Konsentrasjoner i sigevann etter renseanlegget ligger på <1 ng/l etter at det nye oppsettet på renseanlegget ble tatt i bruk.

SEA ECO

[www.sea-eco.no](http://www.sea-eco.no)

# INNHOLDSFORTEGNELSE

---

Sammendrag .....	1
1. Bakgrunn .....	3
2. Renseanlegg.....	3
3. Mottak av PFAS-masser.....	4
4. Analyseresultater fra sigevannsovervåking .....	5
5. Enkelte PFAS-forbindelser i sigevannet.....	9
6. Oppsummering/Konklusjon.....	11

## 1. BAKGRUNN

---

PFAS forbindelser er hydrokarbonkjeder hvor hydrogen er byttet ut med fluor. Dette gir ulike funksjonelle egenskaper som bla. vann- og fettavvisende egenskaper. Samtidig er disse svært stabile og persistente, samt mobile i miljøet og spres derfor globalt. PFAS binder seg til proteiner og akkumuleres i næringskjeden. Langkjedete PFAS-forbindelser binder seg sterkere til partikulært materiale, som jord og sediment enn kortkjedete PFAS. For Norske deponier er den generelle antatte kilde til PFAS-utslipp fra husholdningsavfall, forurenset jord og slam.

Stormoen deponi har en egen spesialdesignet deponicelle for PFAS-holdig jord og avfall (PFAS-celle i trinn 3 på celle 2; heretter *PFAS-celle*). Sivevannet fra denne cellen behandles separat før det slippes sammen med sivevann fra øvrige deponiceller og sendes til luftebasseng, med etterfølgende infiltrasjon i stedlige masser.

PFAS-cellen ble i utgangspunktet designet med en stor andel slagg i drenslaget, som skulle fungere som en sorbent. Det ble antatt at dette slagget ville ha tilstrekkelig sorbentkapasitet til å rense det meste av PFAS-forbindelsene frem til deponiet ble fullt og kunne dekkes til, slik at renseanlegget primært skulle være en back-up. Dette fungerte etter hensikten den første tiden, men allerede rundt årsskiftet 2019/2020 oppnådde drenslaget metning i den delen av deponiet der avfall er deponert. Det ble derfor konkludert at rensingen av sivevann må baseres på rensing i renseanlegget nedstrøms, og ikke i drenslaget i deponiet.

Perpetuum har krav fra fylkesmannen å rapportere jevnlig oppfylling av PFAS-masser og overvåking av utslipp fra PFAS-cellen innen 1. oktober hvert år. Den siste rapporten ble sendt for oktober 2019, med en oppdatering i desember 2019.

## 2. RENSEANLEGG

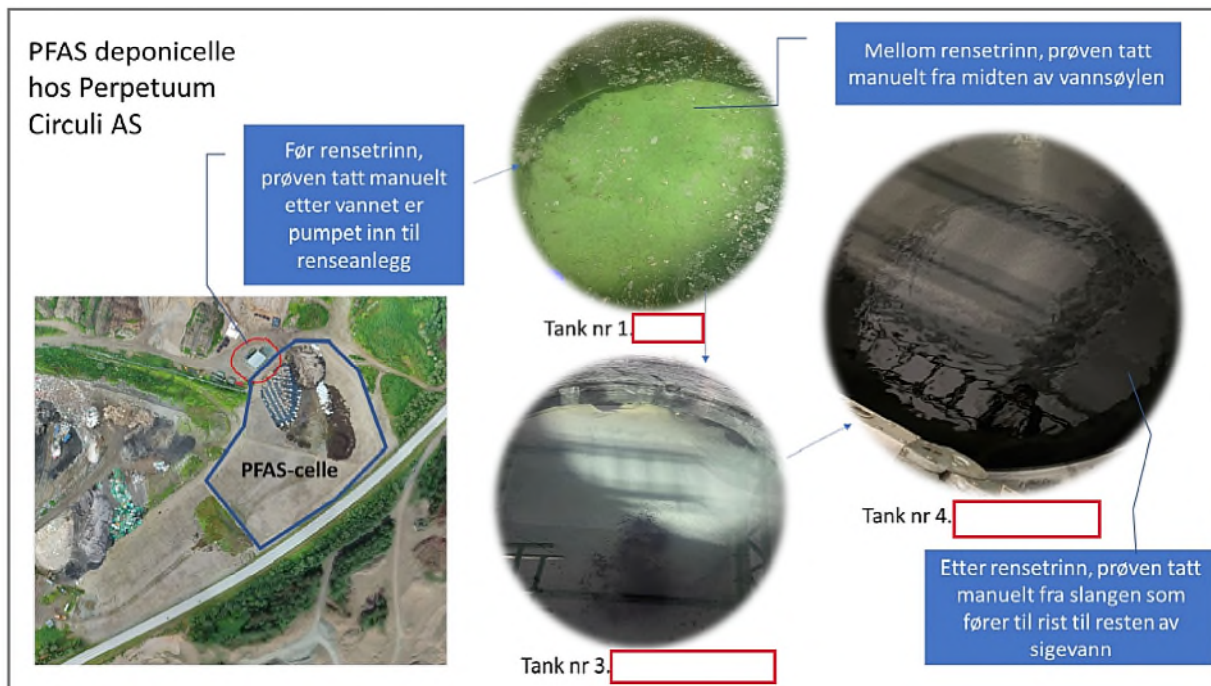
---

Sivevannet fra PFAS-cellen ble renset i et eget renseanlegg før det ble tilført til deponiets luftebasseng sammen med sivevann fra øvrige deponiceller.

T.o.m. februar 2020 besto PFAS-reseanlegget av [REDACTED]

Pga. forhøyde PFAS-konsentrasjoner i sivevannet ut av renseanlegget i januar 2020 var det først mistanke [REDACTED]

Figur 1 viser skisse av filterrekkefølge i renseanlegget per august 2020, samt prøvetakings-punkter av sigevannsprøver (før, mellom og etter rensetrinn).



Figur 1 Rekkefølge av filter i renseanlegg per august 2020 (laget av Perpetuum Circuli AS).

### 3. MOTTAK AV PFAS-MASSER

Frem t.o.m. 19.08.2020 er totalt [REDACTED] PFAS-holdige masser lagt inn i PFAS-cellen. Tabell 1 viser tidspunkt, mengde og opphavssted.



Tabell 2 Analyseresultater av totalt mengden PFAS i sigevann fra PFAS-cellen samt renseeffekt fra renseanlegg. Konsentrasjoner angitt i ng/l. Tallene <0.3 betyr at konsentrasjoner ligger under deteksjonsgrensen.

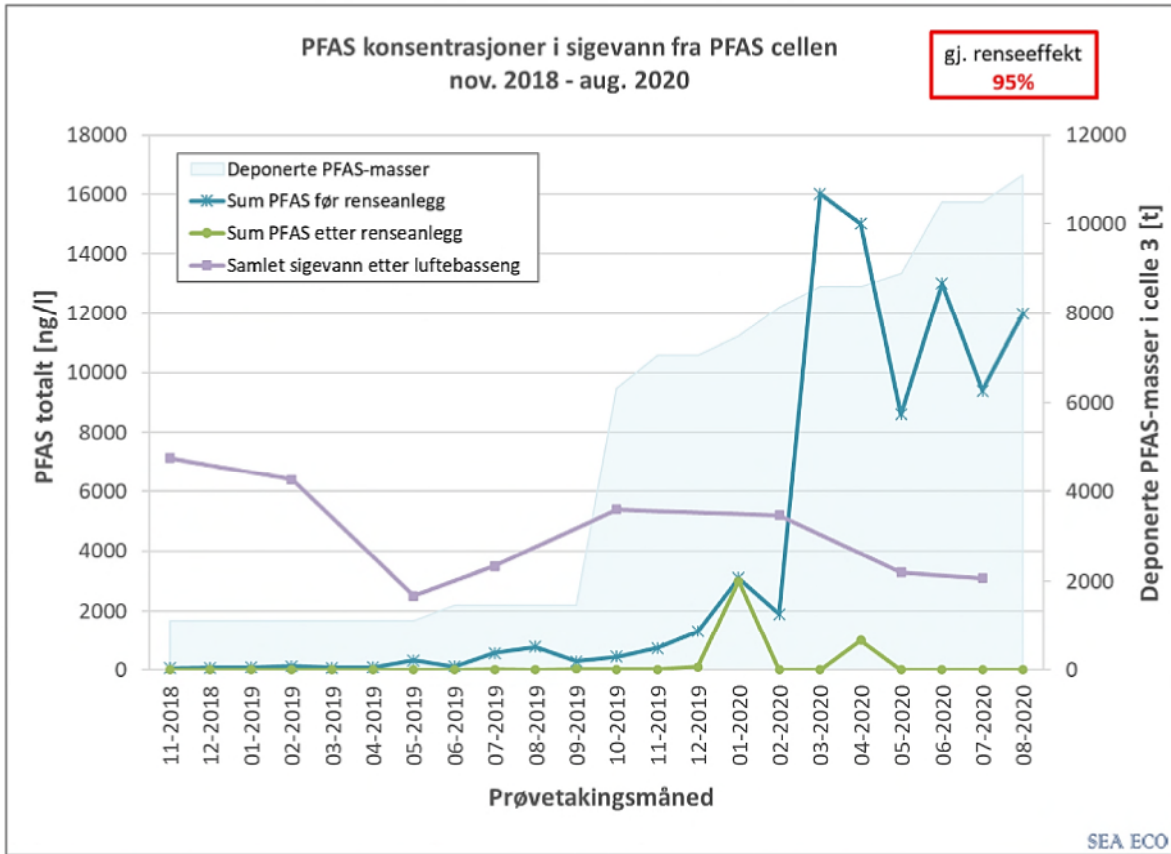
Prøvetakingsmåned														
SUM 23PFAS [ng/l]	11-2018	12-2018	01-2019	02-2019	03-2019	04-2019	05-2019	06-2019	07-2019	08-2019	09-2019	10-2019	11-2019	12-2019
<i>før renseanlegg</i>	59	71	91	129	77	86	320	110	570	770	290	440	730	1300
<i>mellom rensetrinn</i>	53	69	86	107	90	65	300	110	300	630	300	440	410	4100
<i>etter renseanlegg</i>	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	7	6	8	8	11	7	24	18	13	95
Renseeffekt	99%	100%	100%	100%	92%	93%	98%	93%	98%	99%	92%	96%	98%	93%
<i>Sigevann etter luftebasseng</i>	7135			6400			2500		3500			5400		
Prøvetakingsmåned														
SUM 23PFAS [ng/l]	01-2020	02-2020	03-2020	04-2020	05-2020	06-2020	07-2020	08-2020						
<i>før renseanlegg</i>	3100	1900	16000	15000	8600	13000	9400	12000						
<i>mellom rensetrinn</i>	3800	2000	5900	13000	8400	12000	12000	12000						
<i>etter renseanlegg</i>	3000	0,58	<0.3	1000	0,48	0,91	<0.3	<0.3						
Renseeffekt	3%	100%	100%	93%	100%	100%	100%	100%						
<i>Sigevann etter luftebasseng</i>		5200			3300		3100	5200						

### PFAS mellom rensetrinn

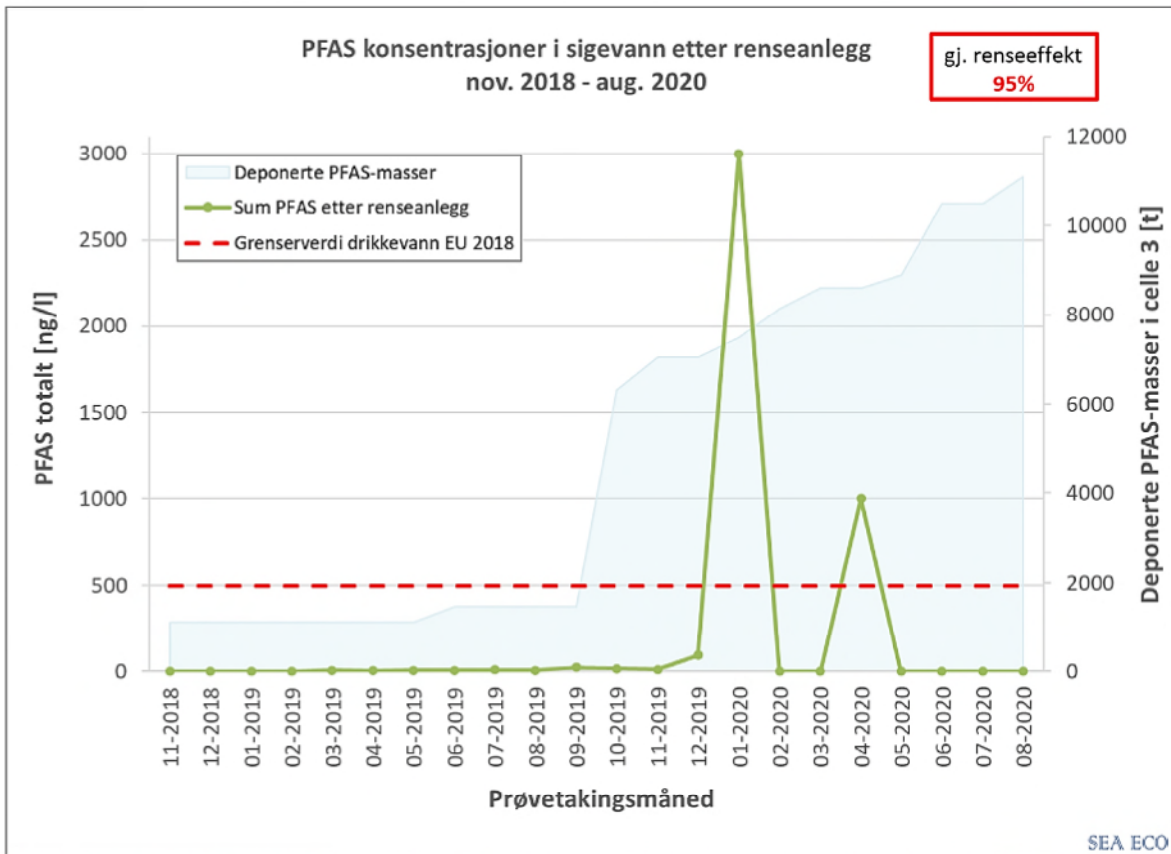
- PFAS-nivået etter slagfilteret har hele tiden vært ca. det samme som det som kommer ut av deponiet (se tabell 2). Det viser at slagfilteret bare har lite renseeffekt (gjennomsnittlig 9%).
- Det må antas at også slagfilteret i renseanlegget ble mettet, når slagget i drenslaget i deponiet ble mettet. Man kunne helt sikkert nå fått en større effekt av dette filteret, etter at man fikk metning i drenslaget i deponiet, hvis slagget i filteret hadde blitt byttet ut med ferskt slag. Perpetuum har imidlertid valgt å ikke bytte ut filtermassen i slagfilteret, for å se

### PFAS etter renseanlegg

- PFAS-konsentrasjoner ut av renseanlegget (etter aktivt kull-filter) viser generelt veldig lave verdier som ligger langt under den foreslåtte grenseverdien på 500 ng/l for drikkevann fra EU kommisjonen (2018) (se figur 3).
- Unntak er prøvene fra 30. januar 2020 og 28. april 2020 som visste hhv 3000 ng/l og 1000 ng/l PFAS i utløpet. I tillegg ble det tatt en ekstra prøve 18.05.2020 (tatt rett etter at analyseresultater fra april-prøven forelå) som målte 1800 ng/l. Det viste seg at de høye verdiene mest sannsynlig skyldes kortslutningsproblematikken i filtrene, som beskrevet i kapittel 3.

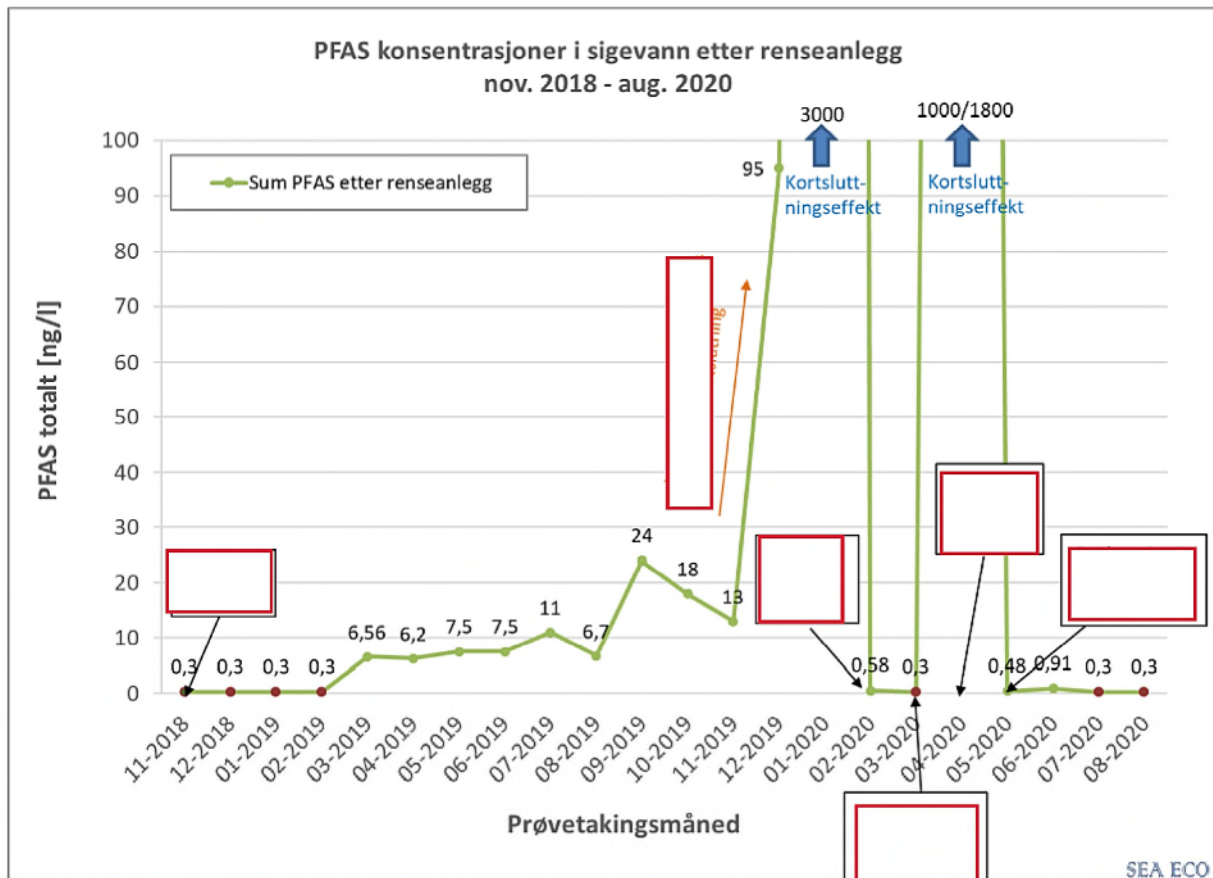


Figur 2 Totale PFAS mengden i sigevann fra PFAS-cellen før og etter renseanlegg.



Figur 3 PFAS-konsentrasjoner ut av renseanlegget i sammenligning med den foreslåtte grenseverdien for SumPFAS av 500 ng/l fra EU kommisjonen (2018).

- Gjennomsnittlig konsentrasjon (nov. 2018 – aug. 2020) er 191 ng/l etter rensing. Hvis man tar bort januar og april prøvene ligger gjennomsnittet på 10 ng/l.
- Som en referanse viser figur 2 også målte PFAS verdier i samlede sigevann på Stormoen, fra alle deponiceller. De andre deponiceller har aldri tatt imot noe som er definert som PFAS avfall, og gir et uttrykk for hva som har vært og er av PFAS i generelt deponiavfall. Verdiene lå i perioden 2018-2020 mellom 2000 til 7000 ng/l med et snitt på ca. 4.500 ng/l (figur 2). Man skal da også huske på at det samlede sigevannet blir fortynnet mht. PFAS, da en del av dette vannet er rensert vann fra PFAS cellen, som inneholder langt lavere PFAS verdier enn sigevannet fra øvrige deponiceller.
- Det viser seg at med [REDACTED] så har man fått svært god kontroll og stabilt lave utløpsverdier (figur 4), selv om innløpsverdiene er høye og mengden av PFAS-holdige masser i PFAS-cellen øker (figur 2).
- Den gjennomsnittlige renseeffekten 2018-2020 ligger på 95% (median 99%). Om man ser bort i fra verdiene fra januar og april, er den gjennomsnittlige renseeffekten 99,7%.



Figur 4 Detaljbilde av PFAS-konsentrasjonen etter renseanlegg med y-aksen opptil 100 ng/l. Røde prikker (0,3) betyr at konsentrasjonen ligger under deteksjonsgrensen. Det ble tatt en ekstra-prøve 18.05. som visste 1800 ng/l PFAS. Den ordinære mai-prøven ble i år tatt 09.06.2020 [REDACTED]



## 5. ENKELTE PFAS-FORBINDELSER I SIGEVANNET

---

Langkjedede PFAS blir gradvis regulert i henhold til REACH (EF nr. 1907/2006) og andre internasjonale forskrifter på grunn av vedvarende, bioakkumulerende og giftige egenskaper. Derfor blir kortkjedede PFAS- stadig mer brukt som alternativer til langkjede PFAS. Det antas at kortkjedede PFAS ha et lavere bioakkumuleringspotensial. Lankjedede forbindelser kan også nedbrytes til kortkjedede PFAS.

Totalt ble 26 PFAS-forbindelser analysert, hvorav 18 er langkjedede og 8 er kortkjedede forbindelser, definert etter OECD<sup>1</sup>.

Figur 5 viser fordeling av lang- og kortkjedede PFAS-forbindelser i sigevannet før og etter rensing.

Det finnes 8 PFAS-forbindelser som er mest dominerende i sigevannet (Figur 6). PFOS, PFOA og PFHxS er langkjedede forbindelser mens, 6:2FTS, PFBA, PFBS, PFPeA og PFHxA er klassifisert som kortkjedede forbindelser.

Det vises at:

- Andelen av lankjedete forbindelser i sigevannet utfra deponicellen (før rensing) ligger i gjennomsnitt på 25%. Det vises en stigende trend av lankjedede PFAS ut av deponicellen i de siste måneder, mest sannsynlig i forbindelse med metning av drenslaget.
- Kortkjedede PFAS-forbindelser er dominerende i sigevannet, med et gjennomsnitt på 75% før renseanlegget og 84% etter rensing. Hvis man ser bort fra perioden med kortslutningsproblematikk i filteret, er andelen kortkjedet PFAS etter rensing enda høyere. Dette skyldes at langkjedede PFAS-forbindelser renses mest effektivt.
- PFOS, PFOA og 6:2FTS er de PFAS-forbindelser som vanligvis utgjør det meste av PFAS funnet på brannøvingsfelter. Andelen av disse i samlede sigevannet før rensing har økt i de siste måneder. Dette har nok sammenheng med metningene man har sett i drenslaget, som gjør at disse ikke lengre holdes tilbake i drenslaget (Figur 6, framvist i røde-oransje farger). I gjennomsnitt 2018-2020 utgjør PFOS; PFOA og 6:2 FTS 27% av den totale PFAS-mengden målt i sigevannet før renseanlegget.
- PFPeA, PFHxA og PFBA er kortkjedede nedbrytningsprodukter av 6:2FTS<sup>2,3</sup>. Disse stoffene utgjør en større andel i sigevannet både før og etter rensing. Dette antyder at man har hatt nedbryting av bl.a. 6:2FTS i deponiet før sigevannet kommer ut.
- Resultatene bekrefter det kjente forholdet at langkjedede PFAS-forbindelser blir nedbrutt til kortkjedede PFAS-forbindelser over tid. Miljøbetingelsene ved deponering og i rensefilter kan bidra til å fremskynde slik nedbryting.

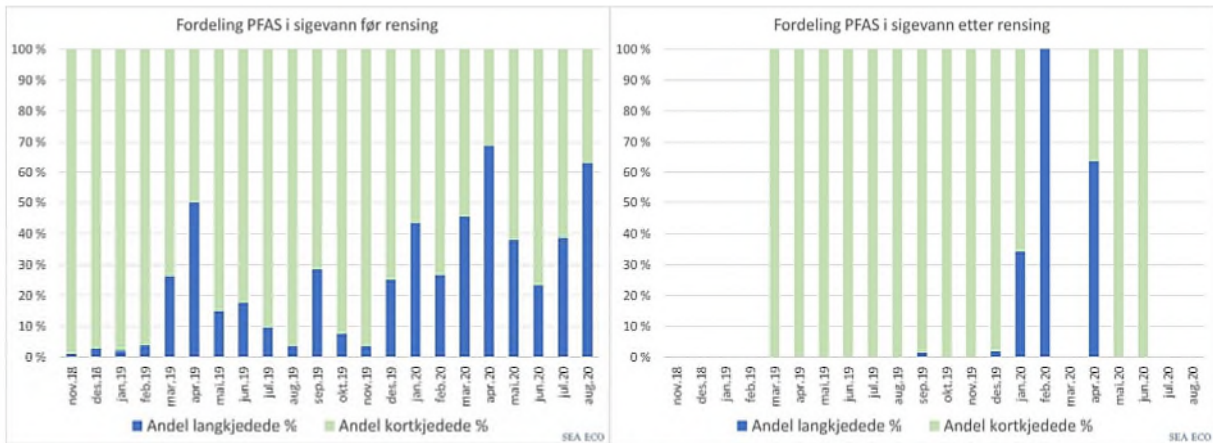
---

<sup>1</sup> OECD Environment, Health and Safety Publications, 2015, Working towards a global emission inventory of PFAS, Series on Risk Management No. 30

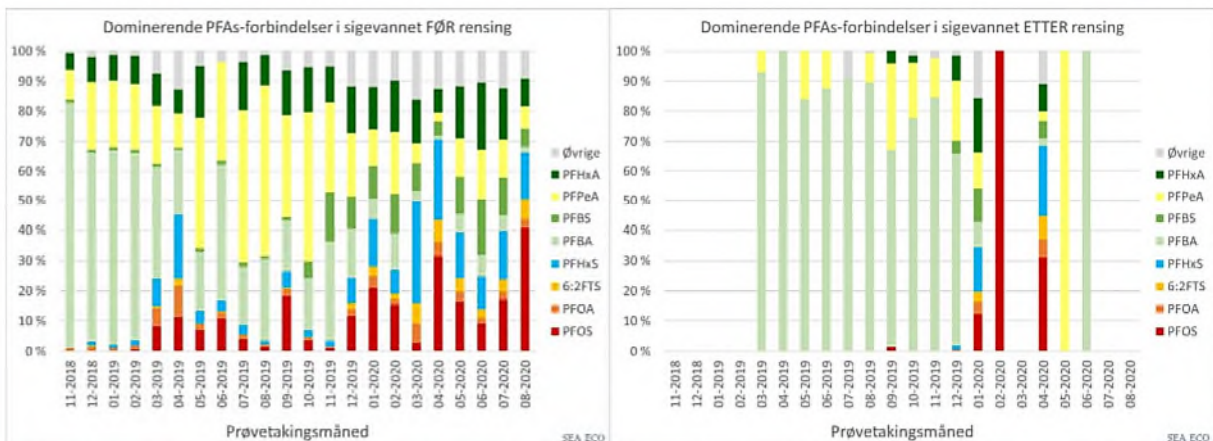
<sup>2</sup> Danish Environmental protection agency, 2015, Short-chain polyfluoroalkyl substances (PFAS), Environmental project No. 1707

<sup>3</sup> NGI presentasjon: Langberg et al. 2018, Environmental distribution of an AFFF dominated PFAS mixture  
<https://www.ngi.no/Prosjekter/Redusere-negative-foelger-av-PFAS/Presentations>

- Etter rensesanlegget utgjør PFBA og PFPeA den største andelen av PFAS i sigevannet. Dette selv om nivået også av disse komponenten er effektivt rensset med en renseeffekt mellom 90 og 95%.
- I januar og april 2020-prøven, som hadde større PFAS konsentrasjoner etter rensing, ser man en markant endring i sammensetningen av PFAS-forbindelser etter rensing. Dette støtter konklusjonen om at det var kortslutning gjennom filteret som var årsaken til langt dårligere renseresultat disse to månedene.
- Februar 2020-prøven skiller seg også ut mht. sammensetning. Renseresultatet var svært godt, men etter rensing ble det kun målt langkjedet PFOS (0, 58 ng/l). Dette var nok en ettervirkning etter kortslutningen måneden før, der små mengder PFOS kan ha ligget som belegg i rør og på tankvegger nedstrøms filteret og gitt litt utslag i prøven.



Figur 5 Andel av lankjedete og kortkjedete analyserte PFAS-forbindelser i sigevannet før (venstre) og etter rensing (høyre). Totalt ble 26 PFAS-forbindelser analysert, hvorav 18 er lankjedet og 8 er kortkjedet. Manglende stolper = ingen PFAS detektert.



Figur 6 Sammensetning av sigevannet før (vestre) og etter rensing (høyre) som består hovedsakelig av 8 dominerende PFAS-forbindelser. Manglende stolper = ingen PFAS detektert.

## 6. OPPSUMMERING/KONKLUSJON

---

- Gjennomsnittlige konsentrasjon (nov. 2018 – aug. 2020) av total mengde PFAS i sigevann fra PFAS-cellen er 3820 ng/l før rensing og 191 ng/l etter rensing. Til sammenligning: den anbefalte grenseverdien for drikkevann fra EU kommisjonen (2018) ligger på 500 ng/l.
- Man har hatt to hendelser med større utslipp av PFAS fra rensenanlegget. Dette var i januar og i april/mai 2020. Dette skyldes kortslutningseffekter i filteret og Perpetuum har iverksatt tiltak for å unngå flere slike hendelser [REDACTED]
- Rensenanlegget viser veldig god renseseffekt med gjennomsnittlig 95%. Hvis man ser bort i fra de to analysene med høye utslippsverdier på grunn av kortslutning i filter, er renseseffekten 99,7%.
- Utenom de høye verdiene i januar og april, er den gjennomsnittlige konsentrasjon av PFAS i sigevannet etter rensing 10 ng/l. Denne konsentrasjonen er bare ca. 0,22% av den PFAS konsentrasjonen man har i det samlede sigevannet fra deponiområdet.
- Drenslaget i deponiet viser tegn til metning. Som tiltak for å begrense utlekkingen av PFAS, og dermed belastningen på nedstrøms rensenanlegg, er det innført rutiner på tildekking av PFAS-avfallet som legges i deponiet.
- Pga. den lave sorbent-kapasiteten man nå har sett i slagget i drenslaget, kan bruk av slagg ikke lengre anses som en løsning som varer helt til deponiet er fullt og topptettet. Hypotesen da testperioden startet, om at slagg skulle være en hoved løsning, er man derfor gått bort i fra. Rensenanlegget nedstrøms må derfor dimensjoneres og driftes slik at rensenanlegget er hoved løsningen for å hindre PFAS i å slippe ut til resipient.
- Perpetuum har satt i gang et FoU-prosjekt for å teste nye absorpsjonsteknologier [REDACTED] for rensenanlegget [REDACTED] samt destruksjonsteknologier og regenereringsteknologier for PFAS-holdige (mettede) filtermasser.